

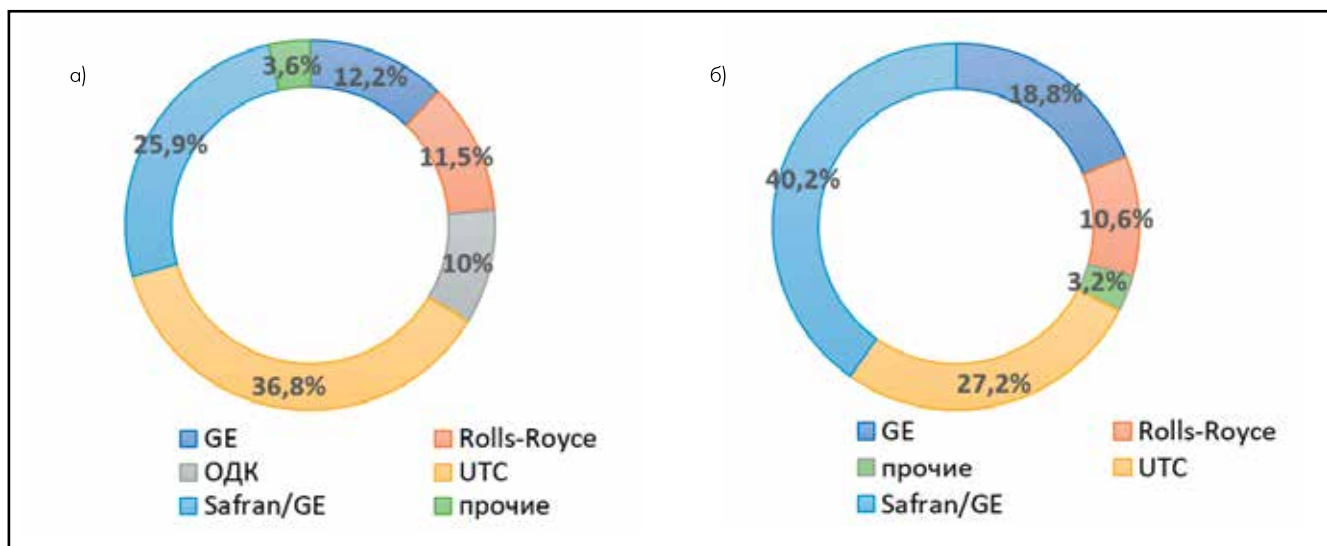
## Цифровая трансформация авиационного двигателестроения

Рынок авиационной техники, включая сегмент авиадвигателей, вступил в период существенных преобразований. Его движение определяют такие факторы, как восстановившаяся до рекордных уровней в середине 2010-х доходность авиаперевозок, а также ожидания основных игроков, что пассажирские авиаперевозки будут расти совокупными среднегодовыми темпами (CAGR) свыше 4% вплоть до середины 2020-х. Значительная часть рынка должна прийти на двигатели и их комплектующие, топливные системы. Это – примерно треть стоимости нового реактивного авиалайнера. По оценке маркетингового агентства Oliver Wyman и портала AirInsight, если в период с 2000 по 2015 год число новых двигателей для коммерческой авиации, поставленных на рынок, выросло примерно на 15 тыс., то с 2015 по 2025 год поставка должна вырасти примерно на такое же количество изделий (ожидается выход на рынок более 20 тыс. новых лайнеров). Однако рынок авиатехники не будет развиваться так же, как в предыдущий период. Несколько новых ключевых трендов приведут его к радикальной перестройке.

Во-первых, будет и дальше разворачиваться консолидация авиационного рынка. Дуополия Airbus и Boeing не только не исчезает, но и дополняется экспансией авиагигантов в другие сегменты рынка, в том числе и за счет планируемых альянсов первого с Bombardier, а второго с Embraer. Аналогичные процессы идут на рынке авиакomпонентов. В сентябре 2017 года United Technologies (UTC), американский конгломерат, который производит двигатели Pratt & Whitney и другие компоненты, объявил

о намерении купить производителя авионики Rockwell Collins за 30 млрд долл. При этом в апреле 2017 года Rockwell Collins сама купила В/Е Aerospace – поставщика интерьера кабины за 8,6 млрд долл. В том же году французская Safran объявила о покупке производителя силовых систем Zodiac за 7,7 млрд долл. Судя по всему, на рынке выживут только гиганты. Только они смогут обеспечить поставку требуемого количества двигателей авиастроителям, профинансировать дорогостоящие и сложные разработки двигателей и энергетических систем нового поколения, а также обеспечить надлежащее техническое обслуживание и ремонты (MRO) уже эксплуатируемых изделий.

Во-вторых, самолетостроители (OEM) будут выдвигаться на рынок MRO. Последний, по оценке экспертов, должен составить чуть более 109 млрд долл. к 2027 году – доля затрат на техническое обслуживание и ремонт двигателей составляет около 30-40%, а учитывая изменение характера используемых материалов и конструкций в новых самолетах, эта доля будет только расти. Самолетостроителей на данный рынок толкает то, что в середине 2010-х их прибыль была на уровне 9%, а поставщиков компонентов для самолетов – от 14 до 17%, причем во многом благодаря сервисному обслуживанию и ремонтам и поставкам запчастей. Например, авиадвигатель приносил в четыре раза больше дохода от обслуживания по сравнению с его продажной ценой (общее правило для машиностроительной продукции – прибыльность ее сервисной поддержки в 1,5-2 раза выше производства). OEM будут стремиться заместить своих поставщиков на



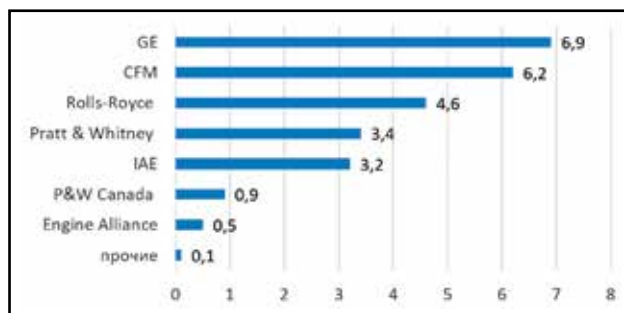
Мировой рынок новых авиадвигателей (шт.): а) – 2000 год, б) – 2016 год. Источник: AirInsight

рынке MRO. Так, Boeing создал соответствующее подразделение – Boeing Global Services и рассчитывает на существенные поступления от постпродажного обслуживания. И Airbus, и Boeing ведут агрессивное поглощение поставщиков компонентов (аппаратной и программной частей) или инвестируют в своих смежников. В любом случае конкуренция между OEM лайнеров и поставщиками компонентов на рынке MRO будет только расти.

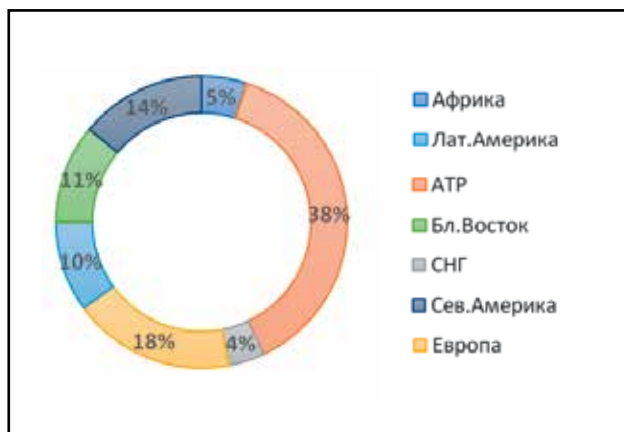
В-третьих, стремление к большей эффективности и соответствию ужесточающимся экологическим требованиям приводит к росту сложности продукта – самолетов и их компонентов, включая двигатели. С одной стороны, в них растет доля электроники, а также программного обеспечения. При весьма ограниченных возможностях развития существующих конструкций самолетов и двигателей, а также близком к исчерпанию потенциале оптимизации производственно-технологических процессов компании подталкиваются к реализации крупных революционных проектов, призванных обеспечить прорыв в эффективности конструкций и двигателей. Растет интерес к исследованию альтернативных силовых установок и источников энергии. Например, GE Aviation расширяет применение 3D-печатных деталей и новейших композиционных жаростойких материалов. Компания инвестирует 4,3 млрд долл. в том числе в строительство пяти новых заводов для аддитивного производства деталей. NASA приняла в 2016 году десятилетний план тестирования новых технологий, центральной частью которого является инициатива New Aviation Horizons (включая проекты X-Planes, гибридные электрические силовые установки, новые материалы). Pratt & Whitney, MIT и Aurora Flight Sciences ведут разработку экспериментального самолета D8, который должен сжигать на 70% меньше топлива, чем сегодняшние лайнеры. Airbus разрабатывает электрический самолет E-fan, а также в консорциуме с Rolls-Royce и Siemens тестирует гибридно-электрический авиационный двигатель.

В-четвертых, сектор испытывает жесточайший дефицит в квалифицированных кадрах. Все прогнозы предрекают резкий рост занятости в отрасли. Только на рынке MRO, по прогнозу Airbus, должны быть заполнены в период 2017-2036 годов почти 550 тыс. новых вакансий техников и инженеров. Но готовые к работе люди во многих регионах “закончились”. Кроме того, идет сдвиг в компетенциях занятых. Опрос участников рынка MRO, проведенный в 2016 году Oliver Wyman, среди ключевых проблем рынка, имеющих наибольшую актуальность в ближайшие три года, поставил на третье место нехватку квалифицированных кадров. Эту проблему опередили только изменение стратегии флота, а также рост присутствия OEM на рынке MRO.

Названные тренды являют собой новые вызовы для участников рынка авиационной техники, в том числе и для поставщиков авиационных двигателей. Справиться с такими вызовами в современных условиях можно, только пройдя через цифровую трансформацию, то есть перенеся в цифровую среду, под управление электроники и программного обеспечения, многие (если не большинство) производственно-технологические и



Мировой рынок MRO авиадвигателей в 2016 году (млрд долл.).  
Источник: Statista



Новые авиатехники в 2017-2036 годах (% по регионам мира).  
Источник: Airbus

управленческие процессы, соединив операционные и информационные технологии, данные о производстве и эксплуатации, а также так называемые “контекстные” данные (о погоде, ситуации в небе и на поле аэропорта, особенностях квалификации персонала, загрузке рейсов, расписании полетов и проч.). Количество данных, которыми оперирует современная авиационная промышленность, огромно. Только за час полета коммерческого самолета его информационные системы могут собирать до 20 терабайт данных с каждого двигателя. Соответственно, резко вырастает сложность моделей управления всеми системами.

Цифровая трансформация для ведущих компаний стала на данный период новой стратегией. Стратегия включает в себя ряд ключевых компонентов: 1) преобразование цифровых макетов/моделей проектируемых объектов и процессов в “цифровые двойники” – самообучаемые динамические модели, интегрирующие данные о продуктах в течение всего жизненного цикла; 2) единые информационные среды, позволяющие одновременно, в том числе в онлайн-режиме, работать с одними и теми же объектами и процессами разным участникам рынка; 3) использование платформы Индустриального Интернета вещей (IIoT), которая технологически соединяет потоки данных об устройствах и людях, задействованных в производственно-технологических процессах, и имеет три “слоя” – цифровых устройств (так называемый “край сетки”), систем сбора и хранения данных (преимущественно облачных), а также микросервисов как базы для построения аналитики данных.

Все это позволяет преобразовать сам выводимый на рынок продукт – поставляется не физический объект,



а киберфизическая система и с ней целый пакет цифровых сервисов, основанных на сборе и обработке данных: удаленный мониторинг состояния объектов; гибкие модели планирования и управления цифровыми активами, включая самолеты и флот в целом, а также инженерную инфраструктуру, производственное оборудование, пассажиры, экипажи и производственный персонал; предиктивную (предсказательную) аналитику, позволяющую резко сократить трудозатраты на диагностику состояния машин и механизмов, а также уйти от реактивных ремонтов к проактивным; гибкое ценообразование и проч. Например, GE, Pratt & Whitney и Rolls-Royce в реальном времени отслеживают производительность своих двигателей и топливных систем, выбирая оптимальные режимы их работы. Honeywell предлагает программное обеспечение IIoT, которое собирает данные об использовании воздушных судов и предлагает способы его оптимизации, гарантируя авиакомпаниям снижение затрат на топливо от 3 до 5% за рейс.

Соответственно, сегодня у основных игроков авиационного рынка меняются бизнес-модели. Преобразования характеризуются такими процессами, как выход за границы традиционных рыночных сегментов, продвижение так называемых мультисервисных платформ, расширение комплекса сервисов или даже замена ими продукта. Компании переживают то, что сейчас называется термином *servitization* – «сервисификация», или ускоренные темпы роста сервисов в промышленности по сравнению с продажами машин и оборудования.

Одной из первых стратегию цифровой трансформации для себя выбрала General Electric. В 2015 году компания вывела на рынок IIoT-платформу Predix. Но уже в 2017 году собственные цифровые платформы

предложили Airbus (Skywise) и Boeing (AnalytX). За ними потянулись и другие участники рынка, например такие эксплуатанты, как Lufthansa Technik с платформой Aviatar, Air France-KLM с платформой Prognos, Swiss AviationSoftware с AMOScentral и др. Свои цифровые платформенные IIoT-решения для двигателей и топливных систем выпустили производители авиадвигателей: Pratt & Whitney – EngineWise; Rolls-Royce в партнерстве с Tata Consultancy Services – платформу TCS, а в 2018 году проект IntelligentEngine и др. Пока эти платформы конкурируют между собой, предлагая совпадающий в ядре комплекс сервисов. Например, прогностическая аналитика GE выходит за рамки анализа данных двигателя. Эта интеллектуальная аналитическая система может поддерживать оперативное управление летательным аппаратом. GE предоставляет услуги health-monitoring для ряда судов, а также двигателей Pratt & Whitney и Rolls-Royce.

Разработать и предложить платформу Индустриального Интернета вещей силами исключительно одних участников авиационного рынка крайне сложно. Будучи специалистами в операционных технологиях, отраслевые компании должны каким-то образом приобрести компетенции в информационных технологиях и новых рынках. Поэтому, как правило, разработку авиационных цифровых платформ ведут консорциумы авиастроителей, производителей компонентов, а также ИКТ-компаний и бизнес-консультантов. Для Airbus партнером выступила американская компания Palantir, для Rolls-Royce – Tata Consultancy Services и Microsoft. GE Aviation подписала в 2016 году стратегическое партнерство Digital Alliance, а при проектировании бизнес-процессов сотрудничает с институтом Capgemini. UTC использует облачную платформу Azure от Microsoft.

Принятие стратегии цифровизации и переход на платформу Индустриального Интернета вещей требует существенных организационных преобразований в компаниях. Airbus в 2016 году ввела специальную руководящую должность ответственного за цифровую трансформацию – Digital Transformation Officer, после чего был сформирован комплекс из 450 корпоративных цифровых инициатив. У GE аналогичную функцию выполняет Chief Digital Officer. В Lufthansa Technik за цифровизацию отвечает новый департамент – Digital Fleet Solutions. Rolls-Royce в 2017 году запустила R<sup>2</sup> Data Labs в качестве центра цифровой трансформации компании. Лаборатория предназначена для сбора и анализа данных о двигателях и компонентах, а также для их сопоставления с данными о полетах, состоянии погоды и поведении экипажей. С EngineWise в United

Technologies Digital – специальном подразделении UTC (Pratt & Whitney) – работает созданный для этого цифровой акселератор.

Пока основные участники авиационного рынка находятся только в начале цифрового перехода, от которого ожидаются такие эффекты, как рост операционной эффективности на 15-20%, сокращение сроков проектирования и выведения на рынки новой продукции, контроль над сверхсложными системами. Однако отрасль коммерческой авиации дальше будет подвергаться все ускоряющимся масштабным цифровым преобразованиям, поскольку основные игроки уже приступили к реализации этого приближающегося будущего.

**В. Н. Княгинин, председатель правления, Центр стратегических разработок “Северо-Запад”**

## НОВОСТИ

### 3D-классификация в судостроении

Компании Bureau Veritas, Naval Group и Dassault Systèmes объявили о первом применении процесса 3D-классификации к крупному военно-морскому судну. Это знаменует собой важный шаг вперед в оценке и расчетном моделировании проектов, необходимых для типового одобрения при проектировании и строительстве новых судов, а также важную

роль в цифровой трансформации всей судостроительной промышленности.

Совместный проект по разработке концепции 3D-классификации сочетает в себе опыт Bureau Veritas в области тестирования, инспектирования и сертификации; наработки Naval Group в сфере проектирования и строительства высокотехнологичных военно-морских судов; экспертизу Dassault Systèmes в области про-

граммного обеспечения для 3D-проектирования, создания цифровых 3D-макетов и решений для управления жизненным циклом продукции. Вместе партнеры намерены обеспечить цифровую преемственность данных для сокращения времени и сопутствующих издержек при оценке проектов, а также повысить точность и отслеживаемость данных за счет организации более эффективного доступа к информа-

ции для различных участников проекта.

Процесс 3D-классификации был создан при помощи платформы Dassault Systèmes 3DEXPERIENCE. В этом процессе используется единая 3D-модель для обмена цифровой информацией, повышения эффективности совместной работы и снижения числа итераций, необходимых при оценке классификации проекта для его утверждения.

**SAPE 2019**

X МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
И ОХРАНЕ ТРУДА

**СОЧИ**  
23-26 АПРЕЛЯ 2019

ОРГАНИЗАТОР: ВСЕРОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ ОХРАНЫ ТРУДА

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: Министрство энергетики Российской Федерации

МИНПРОМТОРГ РОССИИ

www.sape-expo.ru    Тел.: +7 (499) 181-52-02, доб. 131,145    eor@expo-elektra.ru